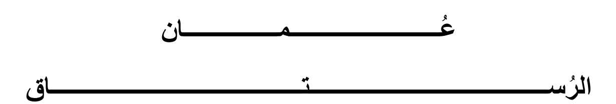
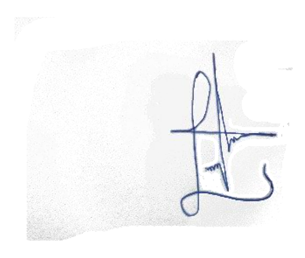
بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على أشرف الانام فهذه مذكرة بسيطة تيسر فهم آلات الماء والهواء وتراكيبه. مبتدأً أهم ما فيها بما يليها والله الهادي الى سواء السبيل.



مادة ميكانيكيةَ الموائع 2. (تم ترجمته من كتاب MIME 3140N Fluid Mechanics II Academic year 2017-18 , Al-musanna collage technology , Higher diploma, mechanical engineering , chapters 1,2 and 3 , Oman)

تم بحمد الله كتابة نسخته الإلكترونية وإتمام الصور في يوم السبت 20 رجب 1439 هجري الموافق 7 إبريل 2018 ميلادي

مبدأ الترجمة هو التركيز على المفاهيم والمصطلحات المضمنة في الكتاب واهمال بعض القوانين والتعبيرات الرياضية.



البريد الإلكتروني: ma2010.10mi@gmai.com

الفهرس:

المقدمة

اعلم ان الطاقة أنواع وان أدائها مختلفة اختلاف سبلها وانتمائها لتركيبها ونورد أربعة منها وهي الأهم وهي:

الميكانيكية والكهربائية والمائية والهوائية.

فالطاقة الناتجة من أجسام متحركة او ثابته تسمى ميكانيكية (**طبيعية**) أما الكهربائية فهي الطاقة الناتجة بين اختلاف الجهد في الدوائر المغلقة اما ما نعني بالطاقة المائية أو الهوائية فهو الطاقة الناتجة جراء حركتها بغض النظر عن مسبباتها وهذه مقارنة موجزة بين تلك الطاقات:

	ميكانيكية (طبيعية)	**كهربائية**	**مائية**	**هوائية**
سببها	تحرك الأجسام \ طاقة وضعها	الاختلاف في فرق الجهد	حركة الماء	حركة الهواء
نقلها	بواسطة أدوات ميكانيكية مثل الروافع والبكرات والتروس وغيرها	بواسطة الاسلاك والكابلات	بواسطة الأنابيب	بواسطة الأنابيب
الطاقة الناتجة وفقاً للوزن	صغيرة	معتدلة	كبيرة	كبيرة
التحكم	متوازن	ممتاز	جيد	جيد
سرعة الاستجابة	متوسطة	سريعة	جيد	متوازن
نوع الحركة	دائرية بشكل أساسي	دائرية بشكل أساسي	دائرية وخطية	دائرية وخطية

وكل نوع من هذه الطاقات هي مكملة لغيرها وتسد جانب النقص في المنظومة المائية(الهيدروليكية).

الفصل الأول: النظام المائي (الهيدروليكي)والنظام الهوائي.

مكونات النظام المائي(الهيدروليكي):

1) **الخزان**: هو يحتفظ بالمخزون اللازم من الموائع لعمل النظام المائي ويأخذ عدة أشكال ابتداءً من الخزان الأرضي والخزانات العلوية انتهاءً بالأسطوانات المضغوطة.
2) **المحرك الكهربائي الرئيسي:** يتم تشغيله بالتيار الكهربائي ويوصل بالمضخة لتحريكها.
3) **المضخة:** تُعتبر المضخة قلب النظام المائي النابض فهي تقوم بشفط السوائل أو الهواء ودفعه في الأنابيب وتوجد عدة أنواع من المضخات.
4) **المُشغل الميكانيكي:** هذا الجهاز يقوم بتحويل الطاقة المائية الى طاقة ميكانيكية.
5) **الصمامات:** تدعى أيضا بالمحابس وهي تقوم بالتحكم باتجاه وضغط المائع في النظام المُغلق.

ان مُجمل ما تقوم به الأنظمة المائية او الهوائية يتلخص فيما يلي: تسحب المضخة التي تدار بواسطة محرك كهربائي السائل من الخزان وتدفعه عبر الأنابيب وصولاً الى المشغل الميكانيكي لأداء وظيفة معينة.

من خلال صمامات التحكم بالمسار ولأجل تنفيذ عملية التمدد في المشغل الميكانيكي يتم توصيل المنفذ الأول بمسار الضغط (المشغل الميكانيكي) والمنفذ الثاني يوصل بالخزان. ولعكس الحركة وتنفيذ الارتجاع للمشغل الميكانيكي نقوم بعكس مسار السائل في المنافذ حيث ان المنفذ الأول يوصل بالخزان والمنفذ الثاني يوصل بمسار الضغط (المشغل الميكانيكي).

ومن الجدير بالذكر ان مثل هذه المنظومات هي بحاجة دائمة الى نظافة السائل ولذا فانه يجب وجود مصفيات(فلاتر) لأجل تنقيته.

وفي النظام الهوائي يستبدل الخزان بخزان هواء مضغوط.

قانون الضغط العام الذي ينص على "الضغط المبذول على نظام مغلق غير قابل للإنضغاط يكون متساوياً في كل الإتجاهات"

1 باسكال)pa(= 1 نيوتن/متر $= Kg/m.s^2$

معدل التدفق : هو حجم السائل المار عبر المقطع العرضي للأنبوب خِلال وحدة زمنية. سرعة التدفق = الحجم\الزمن

في النظام المائي(الهيدروليكي) المثالي يظل كلاً من الضغط و الشغل و الإزاحة و القدرة ثابتة بدون تغيير، بينما تتضاعف القوة و تتغير السرعة.

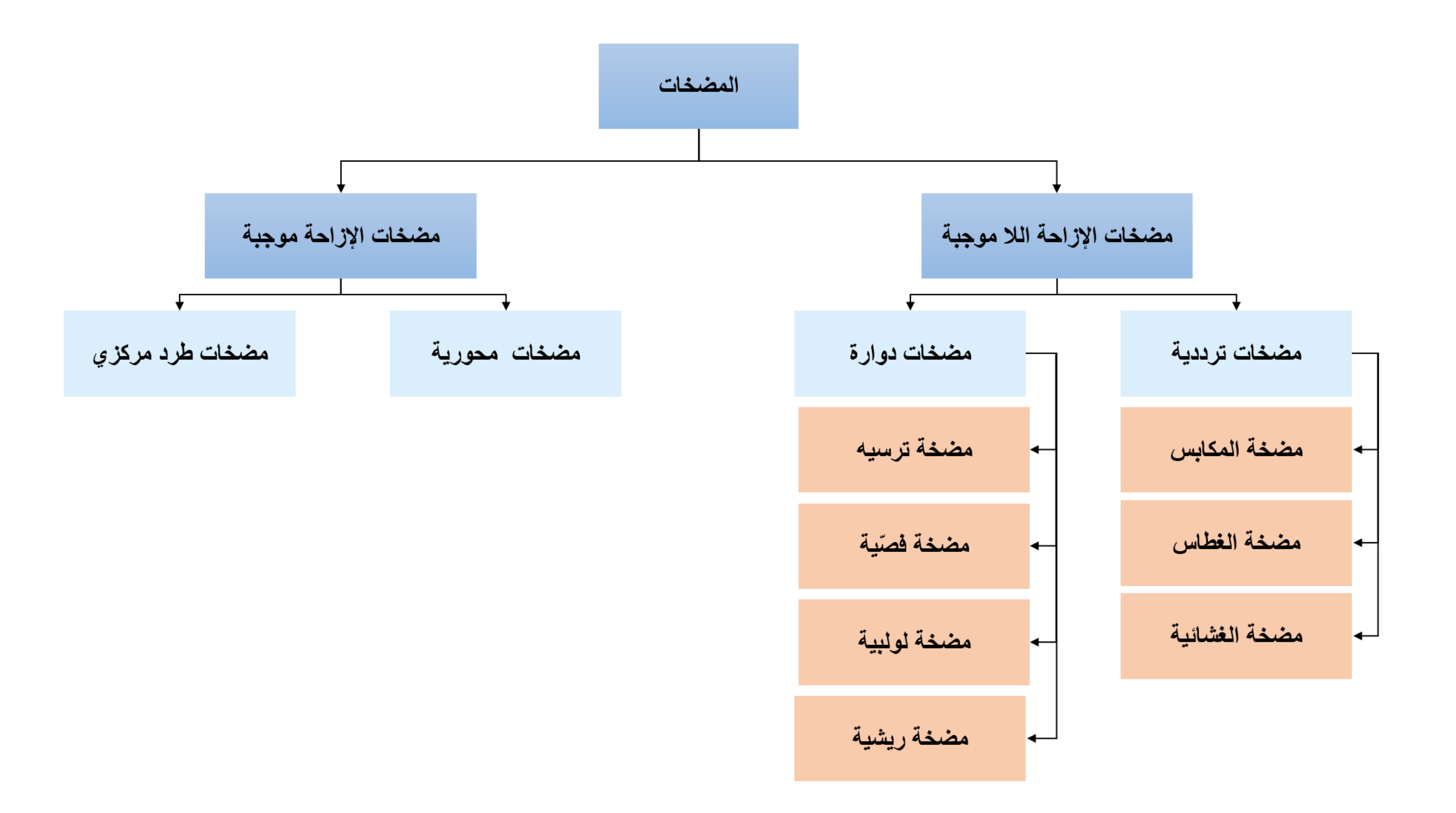
$$P_1=P_2 , W_1=W_2 , volume_1= volume_2 , F_2 = F_1 (A_2/A_1)$$

$$1000 Liter = 10^6 Cm^3, 3.785 liter = 1galon , 746 W = 1HP$$

الفصل الثاني: الطاقة المائية , المضخات و المشغل الميكانيكي

جهاز الماء يُعرف بأنه آلة تحويل طاقة الماء (حركة الماء) إلى طاقة ميكانيكية(طبيعية) حيث يُمكن تحويلها فيما بعد الى طاقة كهربائية بواسطة أجهزة خاصة . كما تُعرف الآلة التي تقوم بدفع الماء بالمضخة. أما المشغل الميكانيكي فهو يحول طاقة الماء الى طاقة ميكانيكية.

و تعتبر المضخة قلب النظام المائي ولذا فانه من المهم اختيار المضخة المناسبة لنوعية العمل المطلوب إنجازه. و تُصنف المضخات الى صِنفين أساسيين هُما: مضخات الإزاحة الموجبة و مضخات الإزاحة اللا موجبة.



مضخات الإزاحة الموجبة تكون عادة إما خطية او دورانية واستخدامها أقل من مضخات الإزاحة اللا موجبة مثل مضخات الطرد المركزي الشائعة في الاستخدامات المنزلية وتطبيقات رفع المياه وضخها.

من مميزات النظام المائي (الهيدروليكي) هي:

1) الطاقة الناتجة بالنسبة للوزن كبيرة.
2) التشحيم(التزييت)الذاتي والمستمر حيث يعمل على تقليل الاحتكاكات.
3) سِعة كبيرة مع الدقة والانضباط.
4) استجابة سريعة ومرونة أكثر مقارنة بالطاقة الميكانيكية.
5) يُمكن ان تكون حركة خطية او دائرية.

وتوجد عدة سلبيات أهمها:

1) تكلفة عالية لإنتاج نظام دقيق ومنضبط.
2) توجد قيود على درجات الحرارة العليا والدُنيا.
3) بحاجة الى ان يكون السائل نقيا وخاليا من الأوساخ.
4) يُمكن ان يكون خطِراً عند استخدام الزيوت المعدنية.

مضخات الإزاحة الموجبة: هذا النوع لا يعتمد على المراوح لتحريك ودفع المياه وانما باستخدام الحركات التذبذبية والدورانية (مثل حركة التروس). في هذا النوع يتم امتصاص السائل ثُم يُدفع او تتم إزاحته بواسطة ضربة او(دَفعة) بواسطة أداة مُتحركة. يتم نقل كمية(حجم) ثابتة خلال كل دورة ويعتمد بشكل أساسي ومباشر على الضغط.

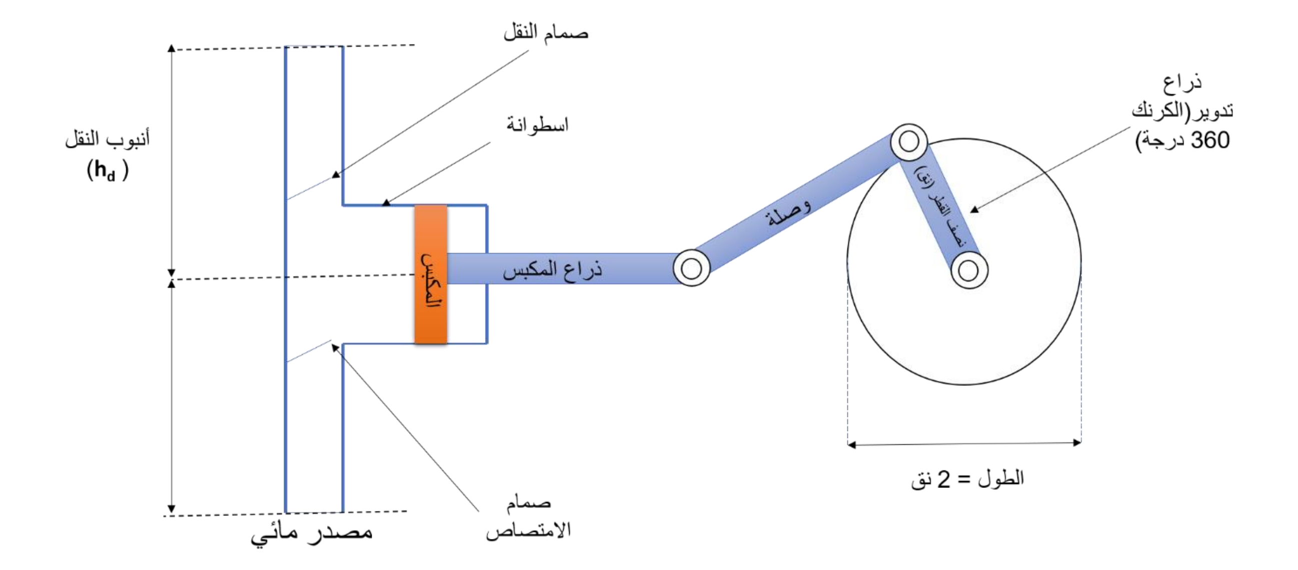
أنواع مضخات الإزاحة الموجبة:

1) المضخات الترددية.

تستخدم هذه المضخة للضغط العالي حيث تعتمد على تحويل الحركة الدائرية للمحور الى حركة ترددية او تذبذبية في المكبس.

مبدا العمل

كلاً من أنبوب الامتصاص وأنبوب النقل يعملان في اتجاه واحد(رأسي) فقط. عندما يدور ذراع التدوير يرتفع المكبس للخلف مما يسبب فراغا جزئيا فيندفع الماء عبر أنبوب الامتصاص من الضغط العالي للضغط المنخفض ويفتح صمام النقل ويملأ الأسطوانة وعندما يكمل ذراع التدوير دورته يضغط الماء ليندفع للأعلى وهكذا كما يمكن ان يكون مزدوجا.



الإيجابيات:

كفاءة عالية

نقل الماء عند الضغط المرتفع

السلبيات:

صيانة مكلفة

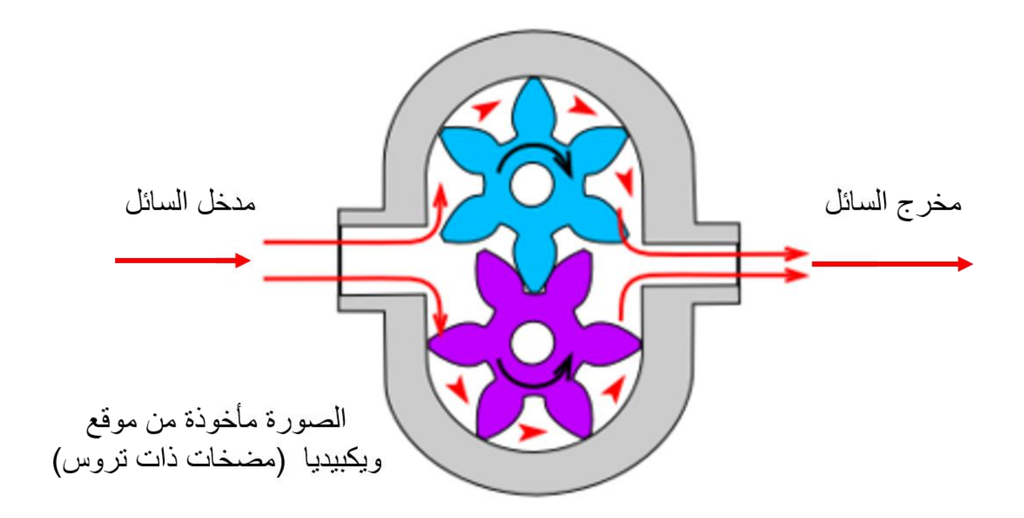
عزم دوران غير منتظم

سعة تفريغ قليلة

صعوبة ضخ الموائع اللزجة

المضخات الدوارة:

أ) **مضخة ترسيه:** هي عبارة عن مضخة إزاحة موجبة بسيطة تتكون من ترسين متطابقين يدوران عكس بعضهما مثبتان بمحور متصل عمله يعتمد على نقل الموائع بين اسنان التروس وهيكل المضخة. أحد التروس موصل بمحرك والاخر يتم قيادته بالأول. المضخة الصغيرة تشغل عند 3450 دورة والكبيرة عند 640 دورة لكل دقيقة



الإيجابيات:

يعمل عند الضغط العالي

تصميم ثابت يسمح لمدى ضغط واسع مع كفاءة عالية

تملك القدرة على الضخ للسوائل اللزجة

غالبا يستخدم كمضخة تشحيم في الآلات.

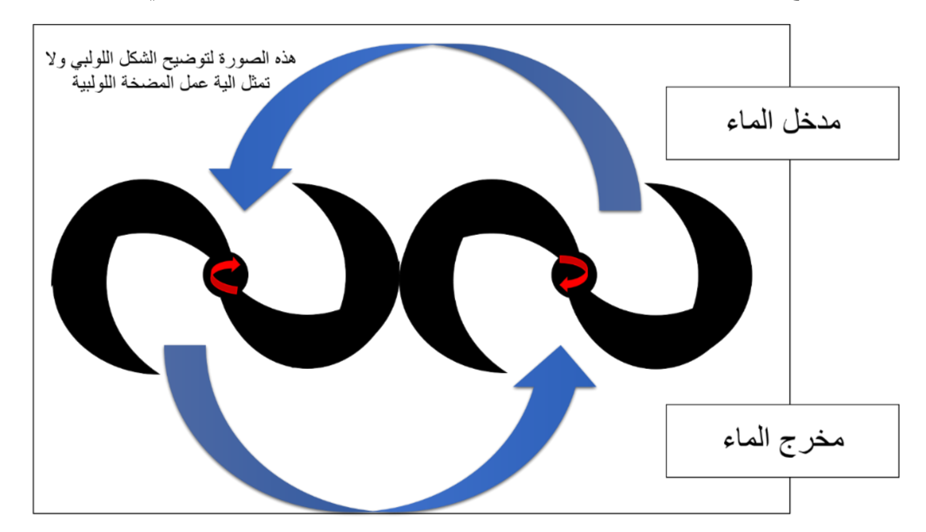
السلبيات:

استخدام غير مناسب للدرجات الحرارة العالية

توجد العديد من القطع والأجزاء الدوارة مما يجعلها مكلفة.

ب) **المضخة اللولبية:**

هي مضخة دفق محوري حيث تملك ترسين لولبيين او ثلاثة في هيكل مغلق. واحد منها يتم تحريكه بمحرك والآخر يتحرك مع الأول في اتجاه معاكس. هذه المضخة تميل في عملها الى الضغط الجزئي في الجزء السفلي. ومقارنة بالمضخات الدوارة الأخرى فإن المضخة اللولبية تملك فراغاً اقل بين القطع المتحركة والهيكل. كما انه لا توجد ضربات جانبية مثلما عليه الحال في المضخات الترسية والريشية.



الإيجابيات:

ضجيج قليل جداً

تدفق مستمر

سرعة عالية جداً تصل الى (3000 دوره\دقيقة).

لديها القدرة على ضخ مدى واسع من السوائل المختلفة اللزوجة.

تستخدم في القطع البحرية والخدمات العسكرية بشكل واسع

مضخات الإزاحة اللاموجبة:

هي عبارة عن مضخات حركة مائية، في هذا النوع يتم دفع الماء بواسطة مراوح لذا فإن الضخ مرتبط بسرعة الدوران. وغالبا ما يستخدم هذا النوع لتطبيقات الضغط المنخفض والسعة الكبيرة.

يتحرك السائل بواسطة المراوح الدوارة فيندفع الماء بسبب ما يسمى بالقصور الذاتي للسائل. هذا النوع يوفر تدفق سلس ومتواصل من التفريغ يتأثر ويقل مع زيادة مقاومة النظام (العوائق مثل الاحتكاك بالأنابيب وغيرها) كما انه يقل بسبب انزلاق السائل للخلف مع زيادة المقاومة.

من أبرز مضخات هذا النوع هي مضخة الطرد المركزي ويوجد نوع اخر اقل شهرة تُدعى بالمضخة محورية التدفق.

- **مضخة الطرد المركزي:**

هذه المضخة هي الأكثر شيوعاً واستخداما على الاطلاق. وتستخدم لضخ المياه عبر شبكات من الانابيب. وهذه المضخة جيدة للضغط المنخفض والسعة الكبيرة. بينما لا يمكن استخدامها لتطبيقات الضغط المرتفع. كما ان هذا النوع لا يستخدم في المجمعات الصناعية.

يمكن لمضخة الطرد المركزي صغيرة الحجم رفع الماء للأعلى عكس القائم (head) الى 15 متراً والمتوسطة الى حدود 40 متراً اما المضخات الكبيرة يمكنها رفع الماء لأعلى من 40 متراً.

تتألف المضخة من مروحة وهيكل وأنبوب امتصاص وأنبوب نقل.

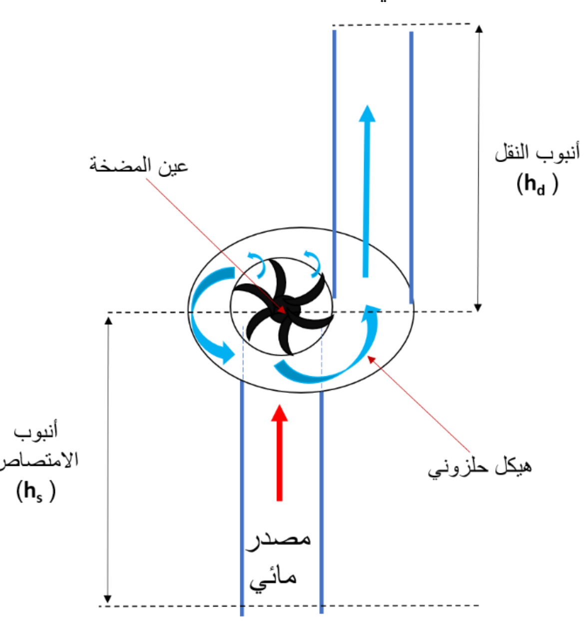
المراوح هي الجزء الدوار في المضخة وتتألف من سلسلة من الريش (المقوسة للخلف) وموصولة بمحور مثبت بمحرك كهربائي.

هيكل المضخة: هو محيط محكم الإغلاق لمنع دخول الهواء وتم تصميمه كمسار لتفريغ السائل. المروحة تقوم بتحويل طاقة السائل (الطاقة الحركية) الى طاقة ضغط قبل ان يغادر هيكل المضخة ويدخل الى أنبوب النقل.

أنبوب الامتصاص: إحدى نهايتيه موصله بالمضخة والأخرى موصلة بالخزان. تحتوي على صمام سفلي لا رجعي (foot valve) حيث أنه يحتوي على مسار واحد وهو مثبت في النهاية السفلى ويفتح للأعلى فقط. ويوجد مرشح(فلتر) وهو مثبت أسفل الأنبوب.

أنبوب التوصيل(النقل): هو أنبوب إحدى نهايته موصله بمخرج تفريغ المضخة والاخر عند التفريغ النهائي.

ملاحظة: يجب ان يكون أنبوب الامتصاص معبئ بالمياه لإزاحة الهواء وغالبا يم ذلك بواسطة مصدر خارجي.



أنبوب الامتصاص(h_s): هو الارتفاع العمودي من الخزان الى خط مركز المضخة.

أنبوب النقل(h_d): هو الارتفاع العمودي بين خط مركز (منتصف) المضخة الى نهايته

الضغط السكوني(H_s): هو مجموع ارتفاع أنبوب الامتصاص والنقل ويعبر عنه ($H_s = h_s + h_d$)

العُلّو الكُلي(H_t): العلو ضد عمل مضخة الطرد المركزي ويعطى بالعلاقة: (العلو الكلي الداخل الى المضخة – العلو الكلي الخارج من المضخة = H_t)

كما أن أداء المضخة يعتمد على عدة أشياء هي:

1) **الكفاءة الحجمية:** هو معدل التدفق الحقيقي بالنسبة للتدفق الرياضي(النظري) ويعبر عنه كما يلي

(التدفق الحقيقي / التدفق الرياضي * 100 =الكفاءة الحجمية) أو (Q_A / Q_T * 100) ، (التدفق الكلي Q_T = سرعة الدوران N * الحجم المُزاح V_D)

2) **الكفاءة الميكانيكية:** هو معدل طاقة الضخ الخارجة بدون تسرب للطاقة الحقيقية للنقل للمضخة. (الكفاءة الميكانيكية = معدل طاقة الضخ الخارجة / معدل طاقة النقل الحقيقية للمضخة) أو $\left(\text{الطاقة الميكانيكية} = \dfrac{\text{التفريغ الرياضي} * \text{الضغط}}{\dfrac{\text{عزم الدوران} * \text{سرعة الدوران} * 2\pi}{60}} \right)$

تحديد كمية الطاقة المفقودة يحدث لأسباب أخرى غير التسربات تتضمن الاحتكاك بين المحامل(bearings) أ الأجزاء الملامسة لها.

(الكفاءة الميكانيكية = عزم الدوران المطلوب للمضخة / عزم الدوران الحقيقي للمضخة)، (عزم الدوران الحقيقي = الحجم المُزاح * الضغط / 2 π)

3) **الكفاءة الكلية:** هو معدل طاقة النقل الحقيقي من قِبل المضخة لطاقة النقل الحقيقي الى المضخة. الكفاءة الكلية تتأثر بكل أنواع الفقد في الطاقة. (الكفاءة الكلية = $\frac{\text{التفريغ الحقيقي*الضغط}}{\frac{\text{عزم الدوران*سرعة الدوران*}2\pi}{60}}$)

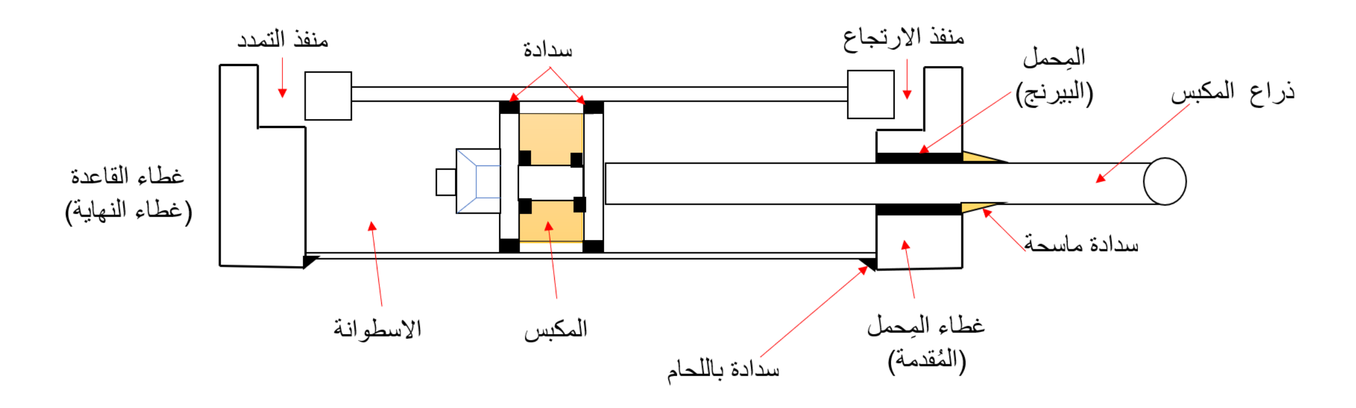
انزلاق المضخة: المضخة تفقد التدفق بسبب الانزلاق وتتأثر به بشكل أكبر مضخات الازاحة الموجبة. والانزلاق يزداد مباشرة مع زيادة الضغط. يحدث الانزلاق السلبي عندما يكون أنبوب النقل أقصر من أنبوب الامتصاص وعند دوران المضخة بسرعة كبيرة. (الانزلاق = التفريغ الرياضي – التفريغ الحقيقي)

- ويوجد نوع آخر من المضخات الإزاحة اللاموجبة تُدعى **بالمضخات الكباسة** وهي تحتوي على عدة أنواع مثل مضخة القرص المتأرجح ويمكن تصنيف المضخات الكباسة الى ثلاثة أنواع وهي:

1) مضخة كباسة متطابقة المحاور
2) مضخة كباسة غير متطابقة المحاور
3) مضخة كباسة دائرية (تأخذ شكلاً أخطبوطيا وتصميمها صعب).

المشغل الميكانيكي (hydraulic actuator):

تضخ المضخة السائل بواسطة المحرك الكهربائي عبر الأنابيب وتوجهه الى المشغل الميكانيكي الذي يقوم بتحويل طاقة السائل الى حركة خطية او دائرية لإنجاز شغل ما.



التركيب: النظامان المائي والهوائي متطابقان في المشغلات الميكانيكية، الاختلاف الوحيد بينهما هو الضغط اللازم للتشغيل حيث يبلغ 100 بار للنظام المائي و10 بار للنظام الهوائي.

توجد خمس أجزاء أساسية في أسطوانة المشغل وهي **غطاءين** (غطاء القاعدة وغطاء المِحمل) مع توصيلات المنافذ **وجسم الأسطوانة والمكبس والذراع.**

الجانب الداخلي للأسطوانة بحاجة لأن يكون أملس جدا لتجنب التآكل والتسربات ويصنع عادة من الفولاذ والألمنيوم أو النحاس الأصفر بينما يُصنع المكبس من الصلب(الزهر) أو الفولاذ.

المكبس يقوم فقط بنقل القوة الى الذراع. سطح المحمل المصنوع من البرونز مشحوذ (مصقول) جيداً ليسمح بانزلاق سلس بذراع المكبس.

كما تستخدم المعالجة الحرارية لسبيكة الفولاذ والكلور لتجنب الصدأ. فائدة السدادة الماسحة أو الكاشطة هي إبقاء نهاية الغطاء نظيفا.

وتوجد عدة أنواع من المشغل الميكانيكي:

أسطوانة التأثير المفرد (Single acting cylinder).

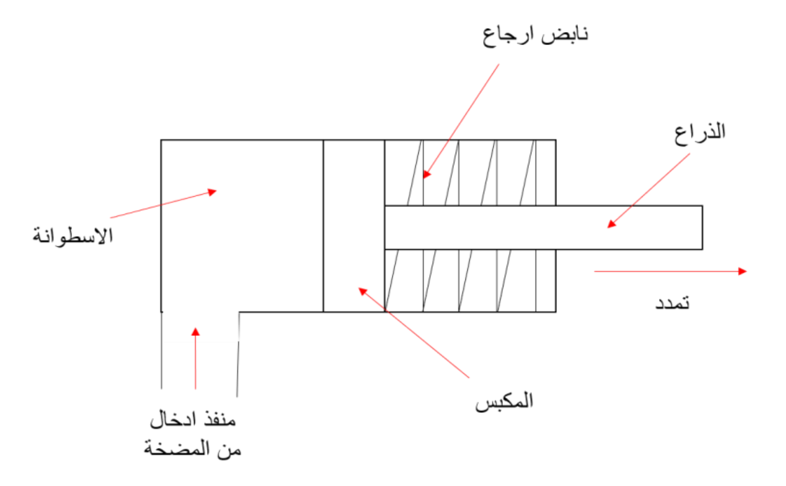
أسطوانة التأثير المزدوج (Double acting cylinder).

الأسطوانة الترادفية (Tandem cylinder).

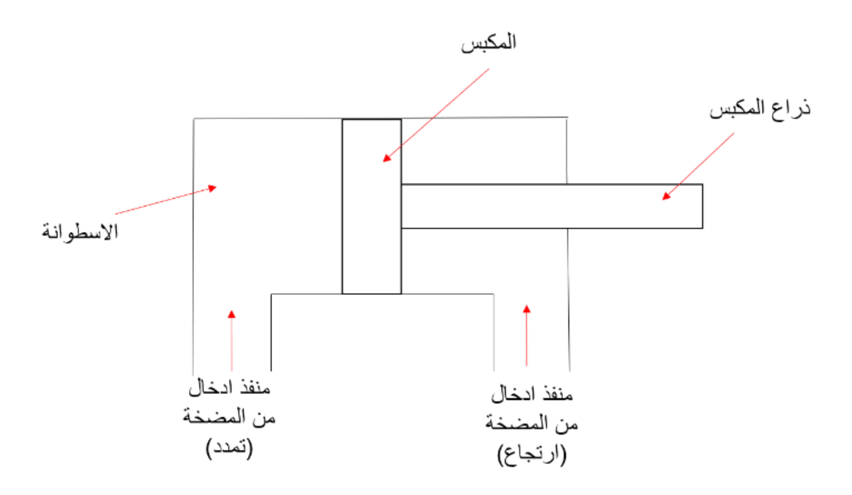
الأسطوانة التداخلية (تلسكوبيه) (Telescopic cylinder).

1) **مشغل أسطوانة التأثير المفرد:** هذا النوع يملك منفذ واحد في نهاية واحده في الأسطوانة ليسمح للسائل بالدخول. عند دخول السائل يؤثر بضغط على المكبس فيدفع بدوره الذراع. وبعد توقف السائل يعود المكبس لموضعه الأصلي بواسطة جهد الارجاع في النابض.

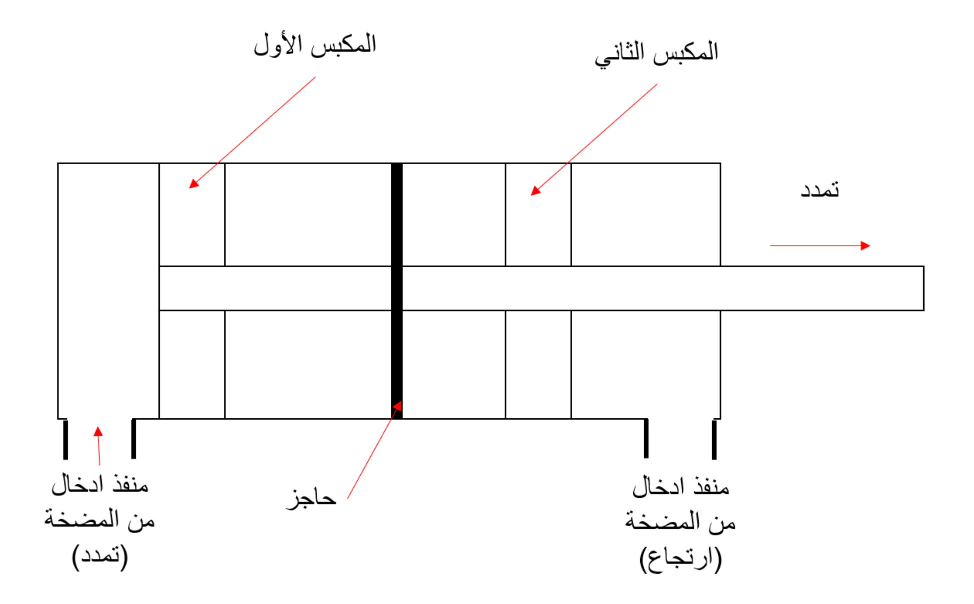
- السلبيات: لا يمكن لجهد الإرجاع تحمل دفعة طولية كبيرة 80 مم حد اقصى



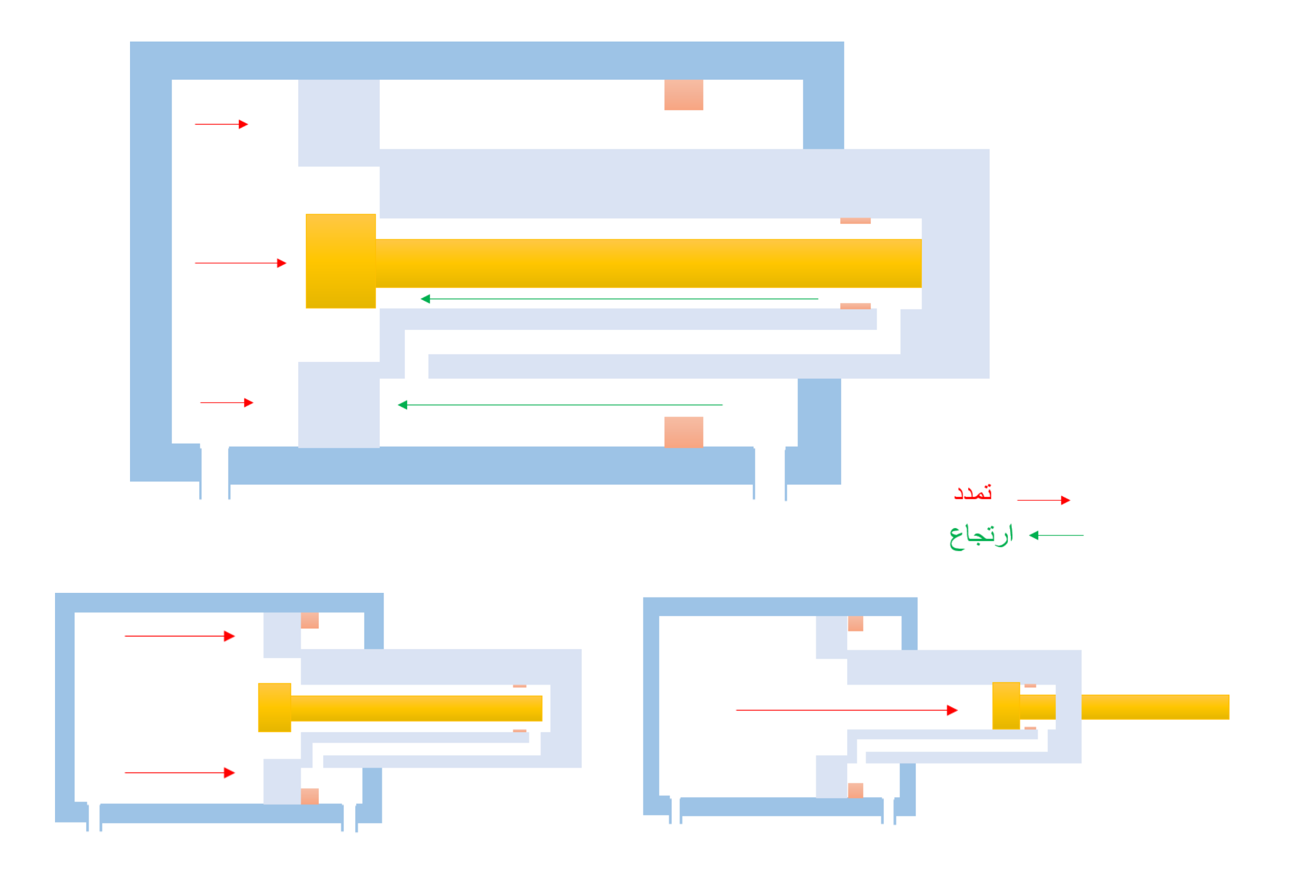
2) **مشغل أسطوانة التأثير المزدوج:** في هذا النوع السائل المضغوط يمكن ان يؤثر على المكبس في كلا التجاهين عن طريق تزيده بقوة مائية هيدروليكية في كلا المسارين. عند التمدد يدخل السائل المضغوط من خلال منفذ التمدد. هذا السائل يحرك المكبس نحو النهاية.



3) **مشغل الأسطوانة الترادفية:** بذراع واحده تركب عدة مكابس كجسم واحد ثابت صمم ليزود شغل في مساحة كبيرة وبالتالي قوة كبيرة للضغط المعطى



4) **مشغل أسطوانة التداخلية (التلسكوبية):** تتكون من سلسلة من الأذرع التي تتمدد على مراحل لتعطي سعة تمدد كبيرة وهو قد يأتي كتأثير مفرد/ مزدوج وهو أكثر غلاءً وتعقيدا في التركيب. الذراع تعود بواسطة تأثير الجاذبية.



الفصل الثالث: الصمامات / المحابس والتراكيب والنظام المائي.

في النظام المائي يتطلب وجود صمامات تحكم لتوجيه وتنظيم التدفق القادم من المضخة الى مختلف الاحمال الميكانيكية. يتم نقل الطاقة الميكانيكية الى الأحمال عن طريق التنظيم المائي الهيدروليكي بواسطة التحكم بالضغط معدل التدفق والاتجاه لأداء الوظائف المطلوبة.

تصنيف الصمامات وفقا للوظائف تنقسم الى:

صمام الحكم بالضغط (pressure control valve)

صمام التحكم بالاتجاه (مباشر/دليلي) (directional control valve: pilot/direct)

صمام التحكم بالتدفق (Flow control valve).

صمام لا رجعي (check valve).

التصنيف وفقا لآلية التشغيل

- **التشغيل اليدوي:** في هذا النوع تلف البكرة يدويا وللحصول على العمل توجد الية ما. التشغيل اليدوي يتكون من روافع أو أزرار أو دواسات الى آخره

- **التشغيل الميكانيكي:** يمكن لصمام التحكم بالتدفق تشغيل وتدوير البكرة بواسطة عناصر ميكانيكية مثل الأسطوانات (دحروجة) او حدبات (كامه) او غطاس (مكابس) او جريدة مسننة (حامل ذو خانات) وترس مسنن والترتيبات تكون بوصل بكرة التدوير بنهاية الأسطوانة او الترس والغطاس (المكبس) او الحدبة او الجريدة المسننة متصلة بالمشغل الميكانيكي وهذه الصمامات تتعرض للتآكل والبلى

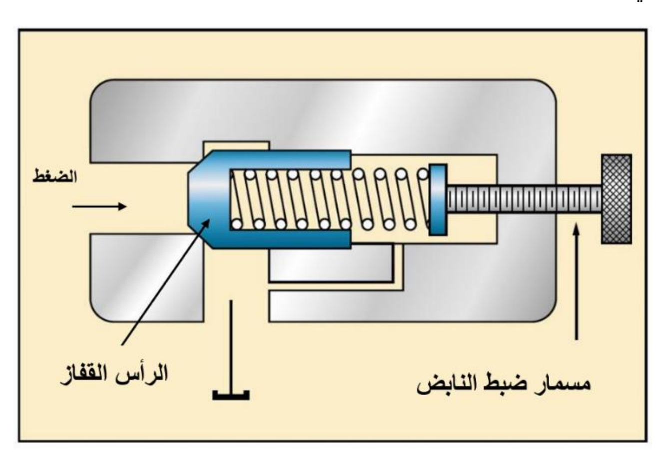
- **مشغل الملف اللولبي:** يعرف أيضا بالمشغل الكهربائي حيث ان شحن الملف اللولبي يولد قوة مغناطيسية تسحب محور الحركة الى داخل الملف تلك الحركة تتحكم ببكرة التدوير/التشغيل على حسب موقعها من مميزاتها انها لا تأخذ وقتا عند التبديل اما سلبياتها فهي عدم قدرة الملف على توليد قوة كبيرة قادرة على سحب الأشياء الكبيرة.

- **المشغل المائي (الهيدروليكي):** في هذا النوع ضغط الماء يؤثر مباشرة على بكرة التشغيل. منفذ التحكم(المسار) يقع في احدى نهايتي الصمام. يدخل الماء المنفذ الرئيسي(التحكم) عكس اتجاه المكبس فيدفعه خارجا. ابرة الصمام تستخدم للتحكم بكمية التدفق

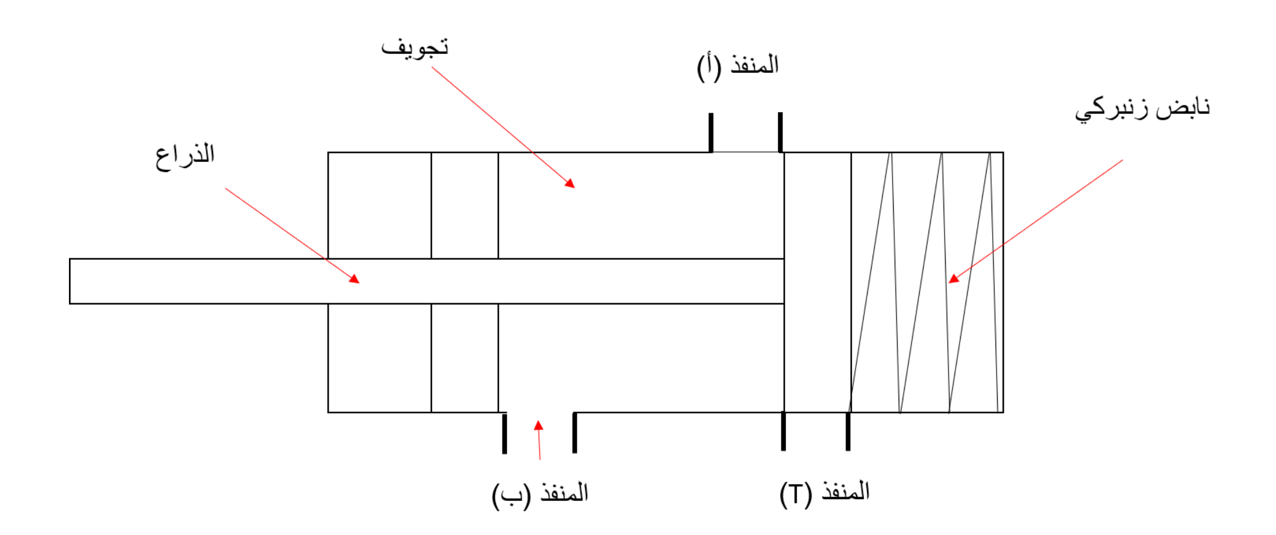
- **المشغل الهوائي:** يندفع الهواء المضغوط بتوجيه من صمام التحكم بالمسار نحو المكبس ويدور(يحرك) بكرة التشغيل (SPOOL)

التصنيف وفقاً للتركيب والتصميم:

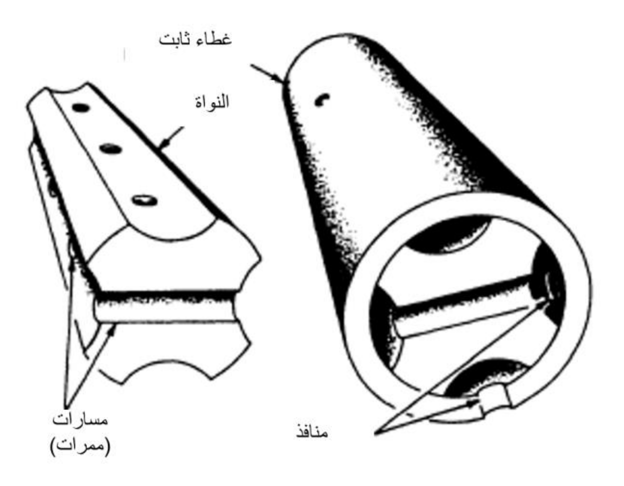
- **الصمام القفاز (poppet valve):** هذا الصمام يتألف من رأس مدبب يدعى بالدعامة القفازة ونابض وقاعدة. الراس القفاز يأخذ شكل كروي او مخروطي او أي شكل اخر ويمكن لقيمة الضغط ان يتم ضبطها بواسطة مسمار الضبط. هذا الصمام يستخدم للتحكم(بالزمن) وكمية الغاز او البخار المتدفق الى المحرك ومن مميزاتها بساطة التركيب والإصلاح وانعدام الترسبات وقلة التآكل. أبرز السلبيات هي محدودية المنافذ.



- **صمام التخزين المؤقت (صمام المحور المنزلق) (spool valve):** يتألف من محور منزلق في تجويف حيث توجد مساحة تجويفيه كبيرة. ومحور مثبت بإياد (غطاء للذراع). المحور ينزلق عادة بشكل افقي وجودة العازل او كمية الترسبات تعتمد على الفجوات (الفسحة) واللزوجة ومستوى الضغط. إيجابيات: زيادة عدد المنافذ والقدرة على التحكم به ومتوازن ويمكن قفله عند الضغط المنخفض لكنه مكلف والتدفق فيه قليل.



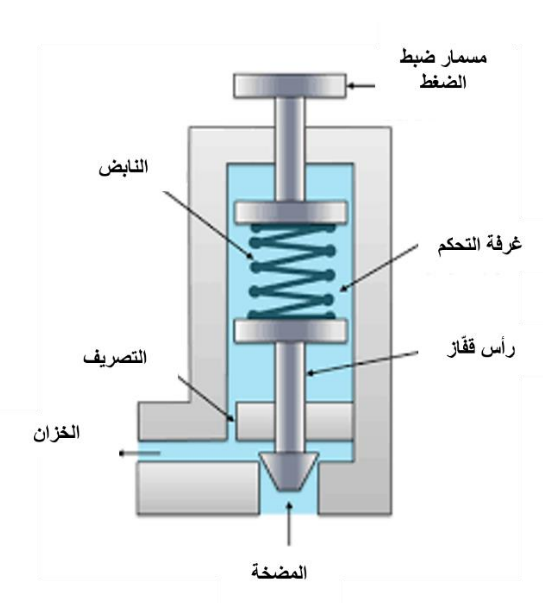
- **صمام(محبس) المحور الدوار (spool valve rotating):** هذا الصمام يتكون من محور مثبت بإياد. عندما يدور المحور مع الأغطية(الإياد) الممرات تتصل او تغلق المنافذ في الغطاء. المحور يدور بداخل الغطاء هذا النوع يستخدم في أنظمة القيادة في بعض المركبات



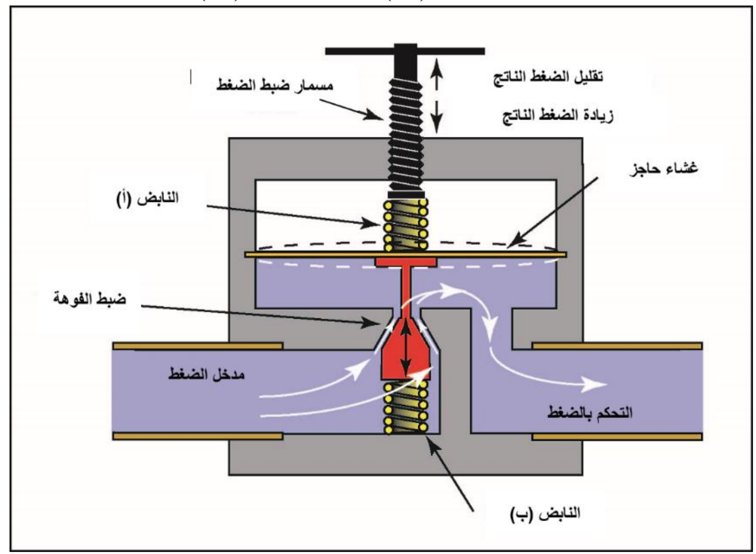
التصنيف وفقا للتحكم: تنقسم المحابس او الصمامات وفقا للتحكم الى نوعن أساسيين هما محابس الموقع اللامحدود وهي التي يمكن تثبيتها في أي موقع بين الفتح والاغلاق التغيير معدل التدفق والضغط من امثلته صمام تصريف الضغط او صمام التنفيس وصمام القطع الخانق. النوع الاخر هو محابس الموقع المحدد حيث يسمح بقفل او تدفق السائل من امثلتها صمامات التحكم في الاتجاه

- **صمامات التحكم بالضغط (PCVs):**

1) **صمام تصريف الضغط (PRVs) (pressure relief valve):** موصل بضغط مرتفع وخط ضغط منخفض غير مرتجع يستخدم لتحديد الحد الأقصى للضغط المشغل في خط ضغط العالي (المرتفع) بواسطة تحرير الزيت الزائد في الخزانات. يوجد في هذا الصمام منفذين الأول موصل بالمضخة والاخر موصل بالخزان ويحتوي على غرفة النابض حيث يوضع الرأس القفاز مع قوة النابض. الرأس القفاز محبوس بقوة النابض ووزن المحور. وعندما يزداد الضغط تلك القوتان ترتفعان للأعلى ويسمح للسائل المرور الى الخزان بينما يعمل صمام التصريف على ارسال السوائل المترسبة الى الخزان.

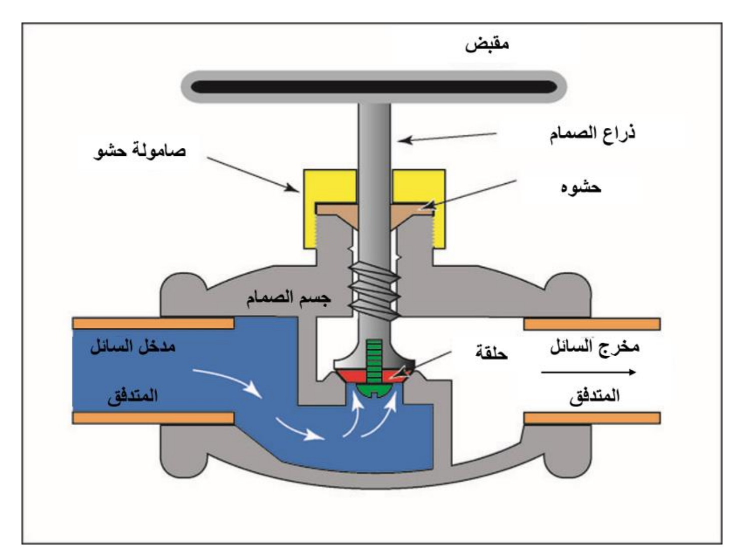


2) **صمام تقليل الضغط (pressure reducing valve):** يستخدم عندما يكون ضغط النظام الفرعي اقل من ضغط النظام الأساسي. التقليل والتحكم بالضغط بواسطة أدوات (خانقة). الخانقين لتوصيل خط توصيل الضغط الى خط الضغط المرتفع ويرجع الى الخزان. مخفض الضغط يزداد بزيادة المساحة (أ 1) وتقليل مساحة (أ 2).

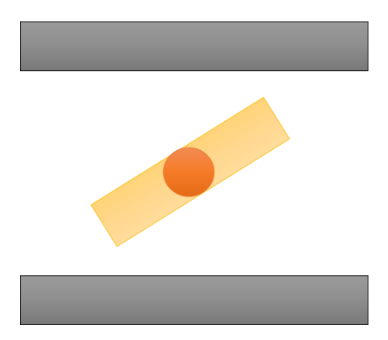


- **صمام التحكم بالتدفق(FCVs):** سرعة المشغل الميكانيكي يمكن التحكم بها من خلال تنظيم سرعة التدفق وهذا الصمام يستطيع تنظيم التدفق او الضغط السائل. التحكم بالتدفق يتم بواسطة تغيير المساحة المفتوحة في الصمام عند مرور السائل. أنواع صمامات التدفق:

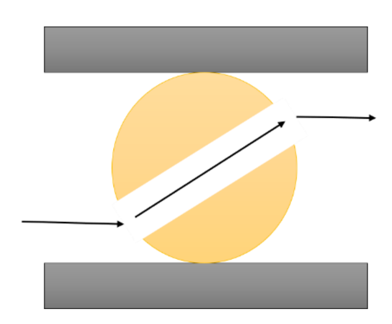
1) **محبس سدادي (plug or glove valve):** هذا النوع شائع الاستخدام. يوجد في هذا الصمام مأخذ يمكن ضبطه في الاتجاه الرأسي بواسطة مسمار الضبط ويوجد تجويف بداخل الصمام لمرور السائل بداخله.



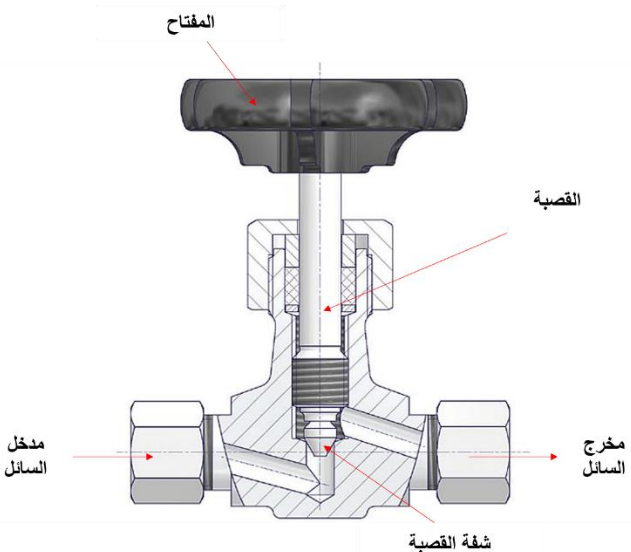
2) **محبس الفراشة (Butterfly valve):** تتألف من قرص دوار بداخل أنبوب. زاوية القرص تحدد القيود على التدفق. يمكن ان يصنع بأحجام مختلفة ويستخدم بشكل واسع للتحكم بتدفق الغاز. وقد تأتي بأنواع مختلفة بحسب الضغط والمهام المطلوبة.



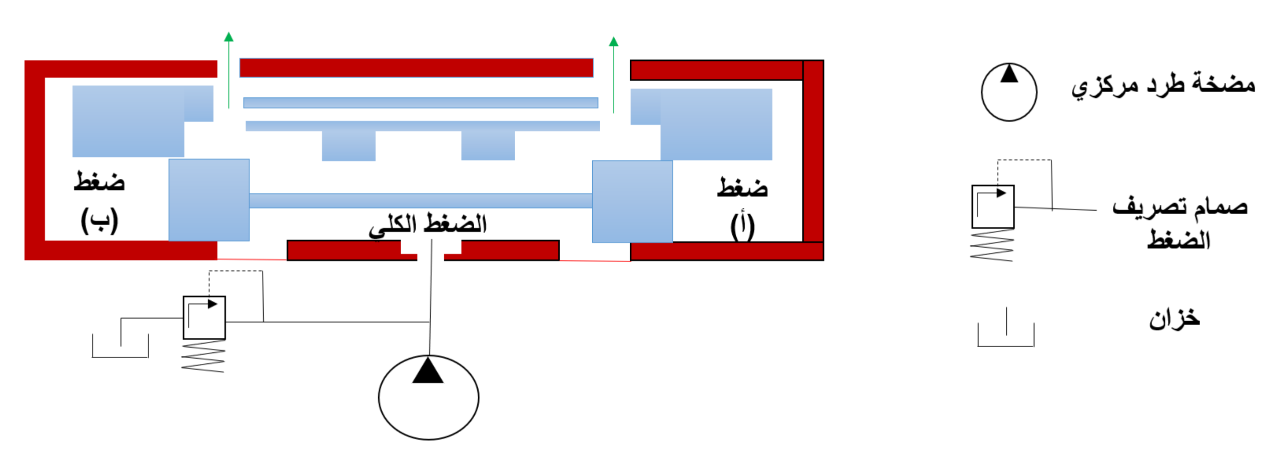
3) **المحبس الكروي (Ball valve):** يستخدم كرة دوارة بداخل هيكل مصمت مصقول وكرة بداخل الفراغ. تملك تسرب قليل جداً في حالة الإغلاق وتعمل جيدا للعديد من السنين. وتعتبر الاختيار الأمثل لتطبيقات القطع المائي. وتستخدم بشكل واسع في المصانع لتعدد استخداماتها ودعمها العالي للضغط (يصل حتى 1000 بار). ودرجة حرارة حتى 250 سيلزى. وسهلة الاستخدام والإصلاح.



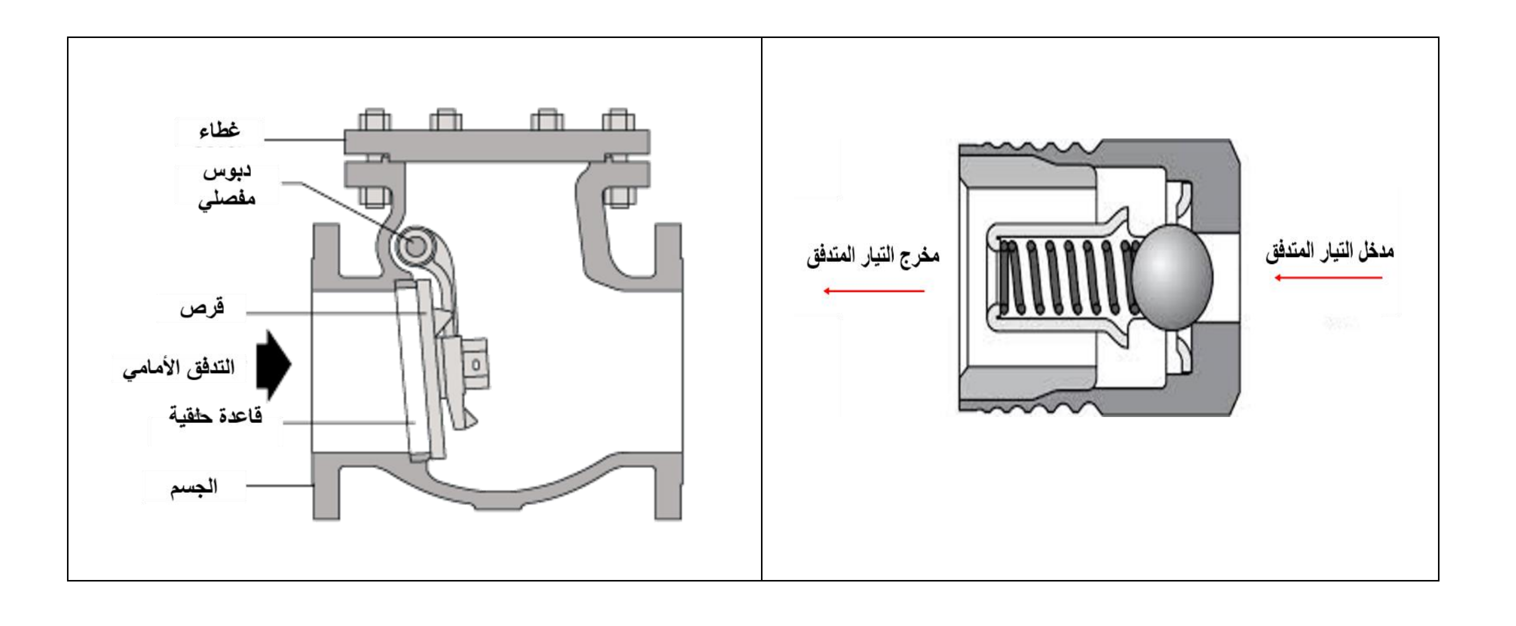
4) **محبس إبري (needle valve):** هذا النوع يزود تحكم ممتاز بالتدفق وهو يعتمد على التصميم ويحتوي على قصبة مع حافة حادة (مخروطي او ابري).



5) **مُقسم التيار المتدفق (Flow divider):** يستخدم لتقسيم التيار المتدفق الى قسمين أو أكثر. يتألف من اسطوانتين متطابقتين متوازيتين مع بعضهما. إزاحة الأسطوانتين يجب ان تكون متزامنة خلال فترة التمدد. الجهاز يقوم بتقسيم التيار الآتي من المضخة بالتساوي بين الأسطوانتين في شوط التمدد. بينما الزيت يدخل في الغرفة الوسطى من صمام التخزين المؤقت (الصمام المنزلق) حيث يقوم بعمل قيود على خطوط الأسطوانتين (أ، ب). إذا كان حِمل الأسطوانتين متساوياً فإن الجانبين (اليمين واليسار) يكونان متساويين.



6) **صمام غير مرتجع (صمام تدقيق) (Check valve):** بشكل عام هذا الصمام يستخدم للسماح للتيار بالمرور بحرية في اتجاه واحد ويمنع مروره من الاتجاه المعاكس. صمام التدقيق المباشر يتألف من رأس قفاز ونابض (يؤدي جهد قَفاز). الراس القفاز يضبط عكس القاعدة بحيث يمنع المرور من (ب) الى (أ) بينما يسمح بالمرور من (أ) الى (ب). عندما يكون الاختلاف بين ضغط (أ) وضغط (ب) كبيراً ينتج (ضغط التكسر) وهو الاختلاف في الضغط الذي ينتج قوة ضغط مساوية لقوة النابض. عندما يدخل التيار المتدفق الى الصمام يدفع النابض والرأس القفاز بداخل الصمام توجد فتحات حول زوايا أوجه الهيكل أعلى الجسم. للسماح بمرور التيار المتدفق، تصميم الزاوية القائمة يدفع الراس القفاز خارجاً ويمر التيار مع قيود قليلة على حركته. (ضغط التكسر عادة اقل من 10 بار لهذا الصمام). يوجد نوعين من الصمامات غير المرتجعة وهما صمام مباشر وصمام دليلي.
الصمام الدليلي (pilot valve) يتم التحكم به ميكانيكياً او مائياً وهو يستخدم للتحكم أو لتشغيل صمام آخر وغالباً ما يصنع بالبلاستيك لسهولة إصلاحه واستبداله.



- **صمامات التحكم بالاتجاه (DCVs):** هذا الصمام يستخدم لبدأ او إيقاف او تغيير اتجاه التيار المتدفق. ويمكن تصنيفه الى عدة أنواع حسب:

1) آلية عمل الصمام الداخلية (مثل الرأس القفاز، كروي، ذراع منزلقة وغيرها).
2) عدد مواقع التشغيل(position) (عادة يكون 2 او 3): (تشغيل/إيقاف/ تمدد/ ارجاع وغيرها).
3) عدد المنافذ(port) أو المسارات المرتبطة.
4) طريقة المشغل الميكانيكي في الصمام.

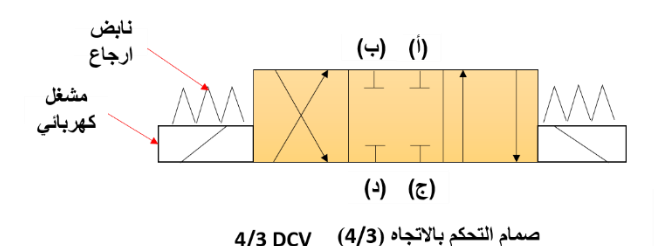
صمام التحكم بالاتجاه يُصنف لعدة فئات

2/2 dcv يملك منفذين(مسارين) وموقعين لذا هي تصنف حسب الموقع. الإغلاق الاعتيادي للصمام dcv لا يسمح للسائل من المضخة الى المشغل الميكانيكي بالدخول في **المنفذ العادي (normal position)** ويسمح له عندما يتنشط (يتدفق). في حالة الفتح الاعتيادي (**normal open**) للصمام dcv يُسمح للسائل من المضخة الى المشغل الميكانيكي في وضعه الاعتيادي (عدم التدفق) ويمنع دخوله الى المنافذ عند التنشيط(التدفق).

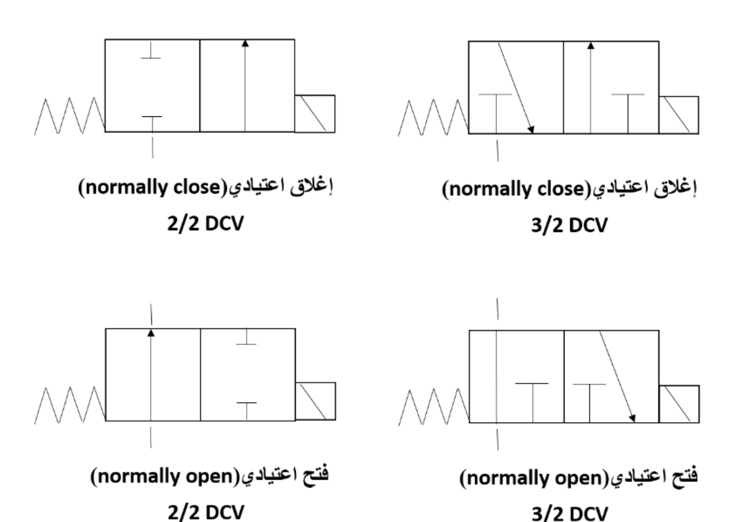
3/2 DCV: يملك 3 منافذ(مسارات) و موقعين (قطع أو تمرير مثلاً) لتدفق السائل. بشكل عام هذا النوع صمام حلزوني ويستخدم أسطوانة التشغيل المفرد ويمكن ان يأتي في فئات الفتح والإغلاق الاعتيادي.

4/3 DCV: يملك 4 منافذ(مسارات) و 3 مواقع. تطبيقات هذا الصمام هو التحكم بمسار حركة الأسطوانات. صمام (4\3 DCV) يوصل بخط الضغط (أ) وخط الارتجاع (T) وخطوط الأسطوانات (أ) و (ب) في **الوضع الاعتيادي** الصمام يغلق جميع المنافذ الأربعة والأسطوانات تتوقف وعند تبديل الصمام الى أي موقع تشغيل آخر سوف تتحرك الأسطوانة.

الصمام البسيط يحتوي على موقعين(تشغيل/إيقاف) ولديه منفذين. كما أن معظم صمامات التحكم تملك 4 منافذ كما تملك العديد من مواقع التشغيل.



صمام التحكم بالاتجاه (4/3) 4/3 DCV



مكونات النظام المائي (الهيدروليكي):

- **الخزان المائي(reservoir):** يُدعى ايضاً بالحوض أو الحامل المائي وتقوم بما يلي:

1) التوفيق بين تغير حجم السائل الفائض في الأسطوانة عند التمدد والارتجاع ودرجة الحرارة الدافعة للتمدد والتقلص والتسربات.
2) الحوض مصمم ليساعد على عزل الهواء وطرده.
3) الحوض يساعد على عزل الأوساخ والأجزاء غير المرغوب بها من الزيت المستخدم في النظام.

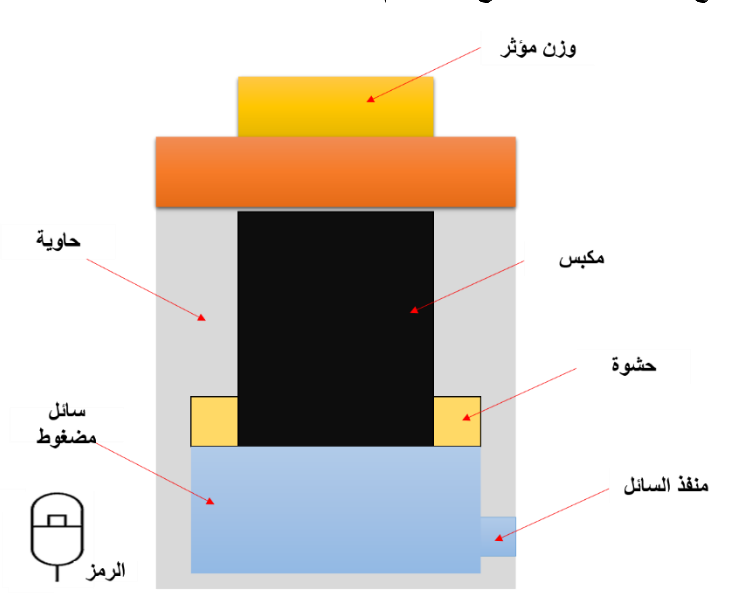
- **المُجمع (المركم) المائي (hydraulic accumulator):** هو عبارة عن جهاز تخزين الطاقة وهي خزانات او أحوض حفظ الضغط في السوائل (**التي لا تنضغط**) بواسطة مصدر إضافي. المصدر الإضافي قد يكون نابض أو وزن أو غاز مضغوط. المُجمع المائي يقوم بـــ:

1) تخزين الطاقة
2) تعويض النقص في الزيت
3) التشغيل الطارئ
4) تعويض النقص في الحرارة
5) كبت(كبح) التذبذب

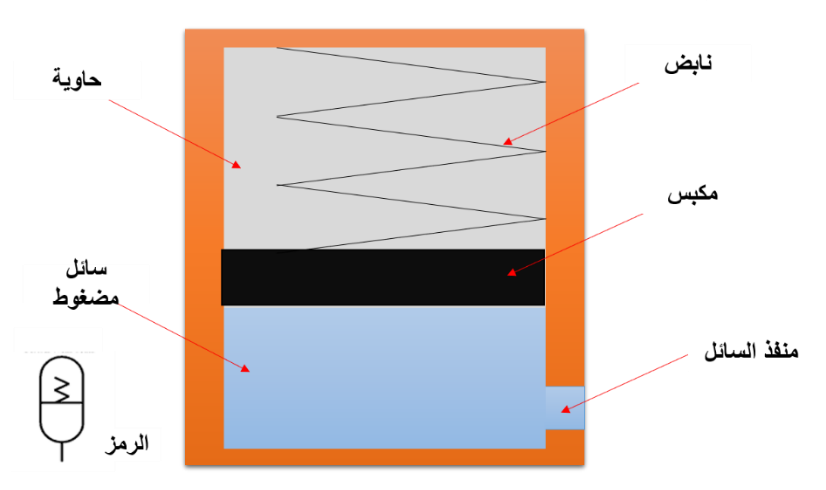
إيجابيات المركم المائي: يمكن استخدام مضخة صغيرة لتشغيله – طاقة تنصيبه قليلة – الحرارة الناتجة قليلة – صيانة بسيطة.

الأنواع الأساسية لـ(مجمع الطاقة المائية):

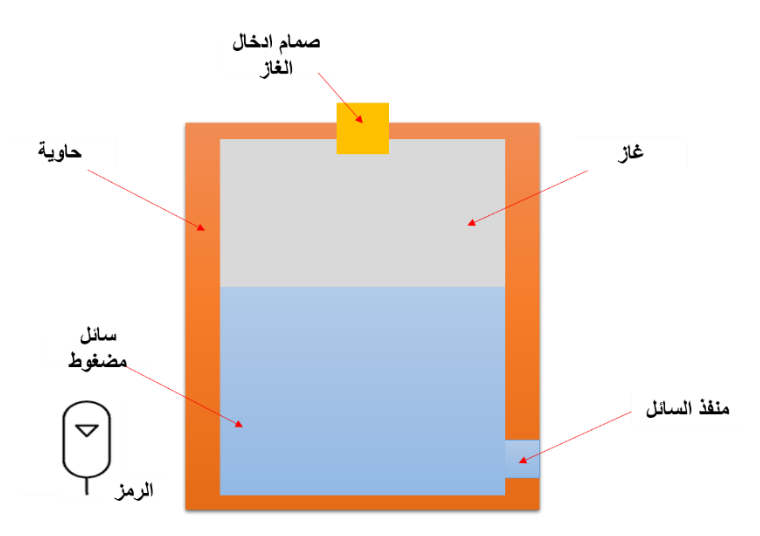
1) **مجمع (الوزن إلى الحِمل او الجهد المبذول) (weight – load accumulator):** يحتوي على أسطوانة معدنية ثقيلة عمودية مُرفقة بمكبس وحشوة لمنع تسرب الضغط. الوزن الساكن موضوع أعلى المكبس وقوة الجاذبية المؤثرة على الوزن الساكن تمنحه طاقة وضع في المُجمع. هذا النوع ينتج ضغط على السائل بشكل ثابت خلال امتلاء وحدة الحجم بغض النظر عن معدل وكمية الحجم الخارج. أكثر سلبيات هذا النوع هو الحجم الكبير والوزن الثقيل.



2) **مُجمع (نابض زنبركي-حِمل) (Spring – Load Accumulator):** هذا النوع شبيه بالنوع المستخدم للوزن الساكن ماعدا انه يستخدم النابض المرفق مع المكبس. النابض هو مصدر طاقة يعمل عكس المكبس. الضغط الناتج من هذا النوع يعتمد على الحجم وجهد الارجاع للنابض. هذا النوع يجب ألا يستخدم في تطبيقات تتطلب قوة ومعدلات إرجاع كثيرة لأن النابض سيَبْلى ويفقد مرونته ويجعله عديم المفعول.

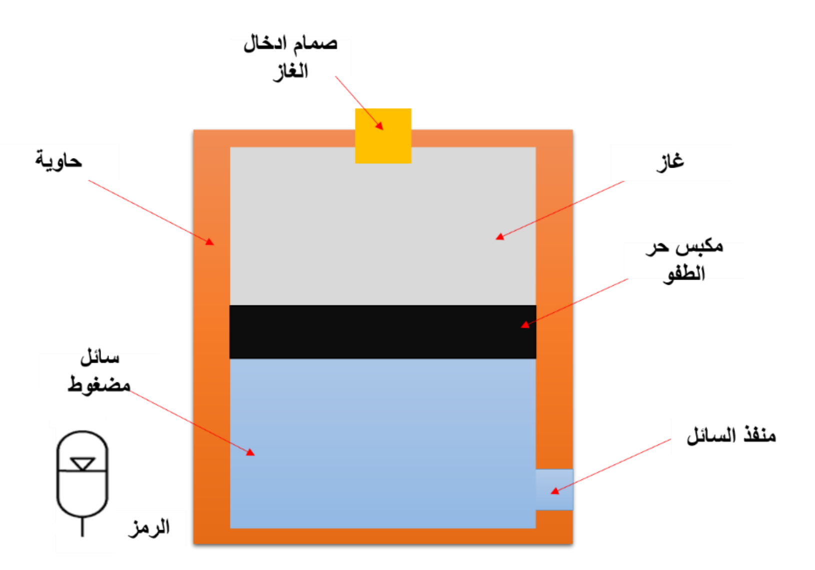


3) **مُجمع حِمل(جهد)غازي غير منفصل (Gas Loaded accumulator Non separator):** الأنواع غير منفصلة تتألف من حاوية مغلقة بداخلها زيت ويوجد منفذ بالأسفل وصمام تعبئة الغاز في الأعلى. الغاز محصور في الأعلى والزيت بالأسفل ولا يوجد عازل او حاجز فيزيائي بينهما. وبواسطة ضخ الغاز وضغطه في الأسطوانة باستمرار او بانقطاع يؤثر على السائل بالشكل المطلوب. أبرز السلبيات هي أن الغاز يتم امتصاصه من قِبل الزيت وهو ما يجعل الزيت انضغاطي (قابل للانضغاط) بسبب وجود الغاز فيه وبالتالي يكون ليناً كثير المسام عند التشغيل وهذا يؤثر سلبا على المُشغل الميكانيكي. هذا النوع يجب ان يتم اعداده افقيا ليبقى الغاز في الأعلى.

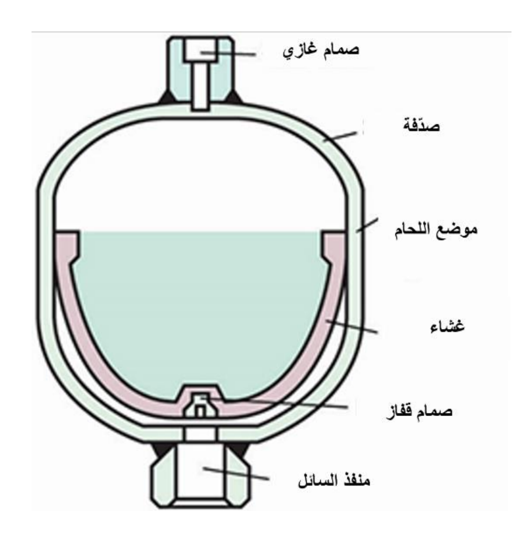


4) **مُجمع حِمل غازي مُنفصل (Gas Loaded accumulator separator):** هو التصميم الشائع والمقبول لـ (مُجمع الحِمل الغازي) حيث يوجد عازل بين الغاز والسائل. وتوجد ثلاث أنواع رئيسية في هذا النوع:

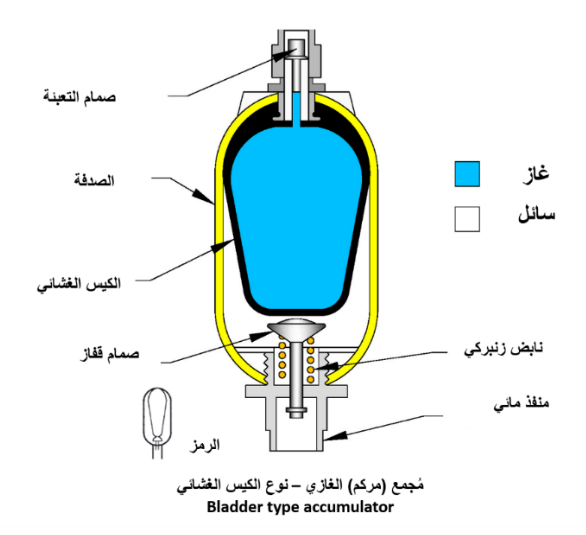
أ) **النوع الكبّاس (piston type):** هو عبارة عن أسطوانة بداخلها مكبس حر الطفو مع عازل جيد يمنع اختلاط الغاز بالسائل. أبرز سلبياته أنه مُكلف التصنيع ويملك حجم تطبيقي محدود. مبدأ الأهمية في المكبس هو قدرته على التعامل مع درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة ومن خلال الاستفادة من توافقه مع العازل الحلّقي (O-ring seal).



ب) **نوع الغِشاء (Diaphragm accumulator):** الغشاء عبارة عن طبقة رقيقة جداً. يتألف مُجمع الطاقة الغشائي من غشاء محفوظ في غلاف حيث يعمل كحاجز مرن بين السائل (عادة يكون زيت) والغاز. المهمة الأساسية لهذا النوع هو عند استخدام تطبيقات الوزن إلى حجم صغير مما يجعله مناسبا للتطبيقات المتنقلة.



ت) **نوع الكيس الغشائي (Bladder type accumulator):** هو حاجز مرن بين الغاز والسائل. الكيس الغشائي مثبت في المجمع بواسطة ما يُسمى (الغاز المُصلّد). عادة يُملا الكيس الغشائي بالنيتروجين ويُثبت باللحام. الصمام القفاز يغلق عند امتلاء الكيس وتمدده. من مميزاته سرعة التنفيذ إلا انه يجب إعادة تعبئته دائما.



مُجمع (مركم) الغازي – نوع الكيس الغشائي
Bladder type accumulator

- **المُرشحات المائية (الفلاتر):** الفلاتر جزء مهم من النظام المائي حيث تقوم بإزالة الجزيئات المعدنية والملوثات الأخرى. المواد الشائعة المستخدمة في المرشحات هي الألياف الزجاجية الدقيقة وبلورات السيللوز المُخصبة بالفينول والبوليستر. أهم أماكن وضع المُرشح في النظام المائي هي:

أ) وضعه بين الخزان والمضخة: في حالة انسداد المرشح يسبب التكهف وتعطيل المضخة.
ب) وضع المُرشح بين صمام التحكم والمضخة: هذا الموقع مكلف أكثر لأن المرشح يتعرض لضغط أكبر لكنه يُزيل مشاكل التكهف ويحمي الصمام والمضخة من الأعطال.
ت) وضع المرشح قبل الخزان: وهو الموضع الشائع، هذا الموضع لا يتأثر بانسداد ولا يتطلب حُجرة تكيف الضغط.

- **المُبادل الحراري المائي (hydraulic heat exchanger):** الحرارة الزائدة (الفيض الحراري) الناتجة عن نشاط المضخات والمُشغلات الميكانيكية والصمامات وغيرها تجعل طبقة الزيت رقيقة جداً. مُعاملات التشحيم (درجة اللزوجة) في المبادلات الحرارية غالباً ما يستخدم الماء أو الهواء كمُبرد. درجة التشغيل العادية المُناسبة تقع بين 120F و 150F. درجة الحرارة العالية تُسبب الترقق والتحطم الزيتي مما يسبب انحلال السدادات او العوازل. وقد تأتي المبادلات الحرارية مفردة المدخل أو ثنائية أو رباعية أو أكثر.

مقطع تدفق جانبي
حواجز
مدخل السائل
ممر مفرد
مقطع تدفق جانبي
مبادل حراري مائي
مدخل السائل
ممر مزدوج
مقطع تدفق جانبي
مدخل السائل
ممر رباعي

- **العوازل في النظام المائي:** تستخدم العوازل لمنع التسربات الداخلية والخارجية والحفظ من الملوثات ويحافظ على الضغط ويعزز حياة الخدمة للنظام والدقة. تسرب الزيت يقلل من الكفاءة ويزيد خسارة الطاقة وارتفاع الحرارة ويزيد المخاطر المتعلقة بالسلامة. التسربات تنقسم الى نوعين هما:

1) **تسربات داخلية:** تنقية الأجزاء الموصلة بداخل النظام المائي.
2) **تسربات خارجية:** هي فقدان السوائل من النظام المائي

الوصل الغير جيد للأنابيب عند استخدام العوازل لمنع التسربات الداخلية والخارجية والملوثات التي تؤدي الى تلك المشاكل. العوازل يتم تصنيعها من مواد مختلفة، الاختيار يعتمد على نوعية السائل ومقدار ضغط التشغيل وعوامل أخرى مثل درجة الحرارة.

بداية المواد العازلة كانت الجلود ثم تم استخدام الفِلين ثُم ألغيت بعد ظهور البلاستيك والمواد المطاطية الصناعية. لا يمكن استخدام الجلد عند أكثر من 90 درجة كما ان المطاط الطبيعي يميل للتمدد عند وجود زيت وتذهب فاعليته.

المادة	درجة الحرارة الدنيا	درجة الحرارة العليا	مُلاحظات
النيوبرين (مطاط صناعي) (Neoprene)	-	+65	غير مناسب للدرجات الحرارية العالية لأنها تميل للتصلب
مطاط النتريل (مطاط اليونا) (Nitrile)	+50	+100	أكثر مادة شائعة ومُستخدمة وهي من أرخص المواد العازلة.
السيليكون	-100	+250	ثمنها أغلى وتميل للتمزق
الفيتن (Viton)	-20	+190	هذه المواد العازلة شائعة أكثر في النظام الهوائي وهي أكثر ثباتا وتستخدم كـ(ماسحات) او مكاشط مُجفِفَة عازلة للأسطوانات
التفلون (Teflon)	-80	+200	

أنواع هيئات العوازل:

حلقات (O-ring)	حشوات مضغوطة
مكابس (قدحية الشكل) محشوة	- أسطوانة حلقية
ممسحة مطوقة	

المواد عازلة الثابتة او الحبّاسة (Gaskets) تستخدم بين **الاسطح الموصولة التي لا توجد حركة بينهما** العازل عادةً يكون مضغوط بين جزئيين متقابلين بواسطة براغي لتثبيت جزئيين ثابتين.

المواد العازلة للأجزاء المتحركة يدعى **العازل الحركي** صُنع ليقي من الاوساخ التي قد تدخل الى النظام من القطع والاجزاء المعدنية بواسطة تحللها او تصادمها او دورانها بواسطة غطاء مطاطي او ماسحات المحاور.

تم بحمد الله.